

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平6-504176

第7部門第3区分

(43)公表日 平成6年(1994)5月12日

(51)Int.Cl.¹

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 L 27/34

H 0 4 B 3/10

B 8226-5K

9297-5K

H 0 4 L 27/ 00

E

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-508377
 (86)(22)出願日 平成4年(1992)8月14日
 (85)翻訳文提出日 平成5年(1993)6月18日
 (86)国際出願番号 PCT/US92/06768
 (87)国際公開番号 WO93/09622
 (87)国際公開日 平成5年(1993)5月13日
 (31)優先権主張番号 783, 289
 (32)優先日 1991年10月28日
 (33)優先権主張国 米国 (US)
 (81)指定国 AU, BR, CA, GB, JP, KR

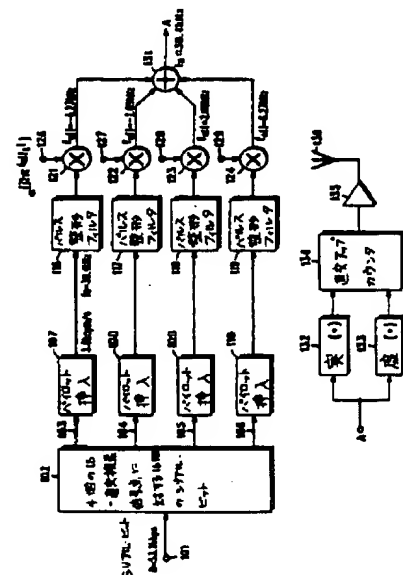
(71)出願人 モトローラ・インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国イリノイ州60196シャンパ
 ーグ、イースト・アルゴンキン・ロード
 1303
 (72)発明者 ジャスパー、スティーブン・シー
 アメリカ合衆国イリノイ州ホフマン・エス
 テーツ、ハマン・コート4370
 (72)発明者 パーチャー、マーク・エー
 アメリカ合衆国イリノイ州ローゼル、ディ
 ー・レーン472
 (74)代理人 弁理士 本城 雅則 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 時間領域パイロット成分を有する通信信号

(57)【要約】

4個の16QAMの送受信法に於いて、時間領域のパイロット基準がこの方法と関連している点に利点がある。複数の16QAMのパルスの各パケットに対して1つ以上のこのようなパイロット基準402が存在する。実施例によれば、各16QAMのパルスは、時間領域のパイロット基準を有することができるか、またはそのパルスに対する推定パイロット基準は、同一のパケットを共有する他のパルスのパイロット基準を参照することにより、またはその同一のパルスに対応する以前に受信した16QAMのパルスに対する基準を参照することによって、決定することができる。



請求の範囲

1. 元の情報信号を送信する方法であって；
 - A) 前記の元の情報信号の直列部分を複数の並列デジタル情報シンボルに変換する段階；および
 - B) 前記の複数の並列デジタル情報シンボルの少なくとも1つを所定の時間領域パイロット基準シンボルと結合する段階；
 によって構成されることを特徴とする方法。
2. 被送信信号を受信する方法であって、前記被送信信号が；
 - A) 前記の元の情報信号の直列部分を、複数の並列処理された情報信号のサンプルのシーケンスに変換する段階；
 - B) 前記の複数の並列処理された情報信号サンプルのシーケンスのそれぞれを少なくとも1つの所定のサンプルと結合して、複数の複合信号を形成する段階であって；
このとき前記の少なくとも1つの所定のサンプルが時間領域パイロット基準として機能する段階；
 - C) 前記の複数の複合信号を処理して被送信信号を生成する段階；
 によって元の情報信号から形成される方法であって；
 - A) 前記被送信信号を受信する段階；
 - B) 前記被送信信号から前記複合信号を復元する段階；
 - C) 前記複合信号のそれぞれから、それに関連するパイ

サンプルと結合する段階であって、この第2の所定のサンプルの少なくともいくつかは、実質的に互いに時間的に一致せず、第2の所定のサンプルが時間および周波数領域パイロット基準として機能する段階；

によって構成されることを特徴とする方法。

5. D) 前記の第2の所定のサンプルに関する位相修正係数を決定する段階；

によってさらに構成されることを特徴とする請求項4記載の方法。

6. D) 前記の第2の所定のサンプルに関する振幅修正係数を決定する段階；

によってさらに構成されることを特徴とする請求項4記載の方法。

7. 元の情報信号を送信する方法であって；

A) 前記の元の情報信号の直列部分を、それぞれがサブチャンネル周波数範囲内で送信される複数の並列のQAMシンボルの流れに変換する段階；

B) 第1時間間隔中に、前記の複数の並列のQAMシンボルの流れの少なくとも1つを、少なくとも1つの所定のパイロット基準シンボルと結合する段階；

によって構成されることを特徴とする方法。

8. 前記結合段階が、前記の複数の並列のQAMシンボルの流れの少なくとも1つを規則的なパイロット基準と結合する段階を含む請求項7記載の方法。

ロット基準を復元する段階；および

D) 前記の復元されたパイロット基準を用いて元の情報信号を復元する段階；

によって構成されることを特徴とする方法。

3. 元の情報信号を送信する方法であって；

A) 前記の元の情報信号の直列部分を複数の並列デジタル情報信号に変換する段階；

B) 第1時間間隔中に、前記の複数の並列デジタル情報信号の第1サブセットを、実質的に互いに時間的に一致する所定のサンプルと結合する段階；

C) 第2時間間隔中に、前記の複数の並列デジタル情報信号の第2サブセットを、実質的に互いに時間的に一致する所定のサンプルと結合する段階であって、前記所定のサンプルのそれぞれがパイロット基準として機能する段階；
によって構成されることを特徴とする方法。

4. 元の情報信号を送信する方法であって；

A) 前記の元の情報信号の直列部分を複数の並列デジタル情報信号に変換する段階；

B) 第1時間間隔中に、前記の複数の並列デジタル情報信号のそれぞれを、実質的に全てが互いに時間的に一致し、時間領域パイロット基準として機能する第1の所定のサンプルと結合する段階；

C) 第2時間間隔中に、前記の複数の並列デジタル情報信号の少なくとも1つを、少なくとも1つの第2の所定の

9. 前記結合段階が、前記の複数の並列のQAMシンボルの流れの少なくとも1つを不規則なパイロット基準と結合する段階を含む請求項7記載の方法。

10. 元の情報信号を送信する方法であって；

A) 前記の元の情報信号の直列部分を、複数の並列の規則的なデジタル情報信号に変換する段階；

B) 少なくとも1つの所定のサンプルを、前記の複数の並列のデジタル情報信号の少なくとも1つと不規則に結合し、このとき前記の少なくとも1つの所定のサンプルのそれぞれがパイロット基準として機能する段階；

によって構成されることを特徴とする方法。

明 細 書

時間領域パイロット成分を有する通信信号

技術分野

本件は、1990年6月12日に出版された米国特許申請第536,825号の一部継続出願である。

本発明は、一般的に通信方法に関し、更に詳しくは、情報成分の復元を行うためにパイロット成分の存在を必要とする情報成分を有する通信信号に関する。

背景技術

技術上種々の通信システムが知られている。この様な多くのシステムに従い、情報信号は搬送波信号に変調されて第1の場所から第2の場所に送信される。第2の場所では、この情報信号は復調されて復元される。

一般的に、このようなシステムで使用される通信経路には帯域幅のような種々の制約がある。その結果、所定の時間間隔に渡って通信経路によって伝送することのできる情報量を制約する実用上の上限が存在する。他の変調技術と比較して通信経路の情報処理用量を効果的に増加させる種々の変調法が提案されている。例えば、16点直交振幅変調(QAM)による試みによって、変調値の配置が与えら

多くの用途に適しているが、時間領域のパイロット成分を有するQAM通信は全ての用途で満足できるものではない。例えば、通信装置が相互に対して移動する可能性のあるRF通信環境の場合、このような従来技術による時間領域のパイロット基準によるQAMの方法は、受け入れることのできない性能を有するものである。特に、地上を移動する無線チャンネルは、受信装置および発信装置が移動するにしたがって、チャンネルの位相と振幅を時間と共に変化させる多重経路のフェージングを特徴とするものである。このような変化は、正しい受信を行うためには、補償しなければならないかまたは許容されなければならない。一般的に、位相および周波数変調法は補償に対する必要性をなくしているが、その理由は、チャンネルの振幅の変動を無視することが可能であり、作動的な受信技術または離別群による受信技術はチャンネルの位相の変動に自動的に対応することができる。しかし、位相および周波数変調は帯域幅にとって非常に効率の良いものではない。QAM技術は比較すると帯域幅に効率をもたらすものであるが、このQAMは、情報の内容と組み合わせで1つ以上のパイロット・トーンを使用する従来技術の手法のようなより複雑なチャンネルの補償方法を必要とする。

無線チャンネルの多重経路の性質と関連する他の問題は、周波数を選択するフェージングの問題である。受信機に到達する種々の多重経路の成分の間の遅延の差がチャンネル

内(位相又は振幅によって相互に識別される)、ここで各配重点は複数の情報ビットを表す。

このようなQAM信号は、一般的にパイロット成分と組み合わせで送信される。例えば、QAM信号の情報成分は1つ以上のパイロット・トーンと組み合わせで放送することが可能であり、これらのパイロット・トーンは周波数が情報の内容自身からオフセットされている。これらのパイロット成分を使用して同期を維持し、さもなければ種々の方法で情報成分の復元を行うことができる。

不幸にして、このような周波数をオフセットしたパイロット成分自身は帯域幅を消費し、これによって情報成分を維持するために通信経路で使用可能な帯域幅の量を少なくする。もし情報成分がこれら自身周波数をオフセットしたデータ・パッケージ内に分割されれば、別のスペクトルを使用して種々の情報パケットの復元を可能にするために一般的に必要な多数のパイロット基準を使用しなければならないので、問題が大きくなる。

このような状況に対する部分的な対策として、従来技術は、時間領域でのパイロット成分の使用を提案している。例えば、特定のQAM送信の情報成分を周期的に現れる所定の帯域内のパイロット基準成分と結合する(このパイロット成分は時系列的にのみ現れるので、この成分は上で論じた周波数領域のパイロット成分と区別して時間領域内に存在するという。)

内の信号発生速度に対して十分大きくなれば、常にこのことが発生する。これが発生すると、このチャンネルの周波数応答は問題の帯域内でもはや均一に現れず、周波数による位相と振幅の変化を示し、この周波数は次に送信機または受信機が移動するにしたがって時間と共に変動する。この周波数選択効果により、信号の歪みが発生し、これは受信した信号の強度とは関係なく存在する。データ通信システムでは、この歪みはそれ自身修復不可能なビットエラーレートまたはエラーの下地を示し、これは受信した信号が如何に強いかに関係なく存続し続ける。更に、信号の情報量が增加するにしたがって、この歪み効果は悪化する。

従って、ある種の従来技術によるパイロット成分の手法およびその他の多重経路補償技術を使用することによって発生する可能性のあるスペクトルの非効率を実質的に同時に回避しながら、QAM(準)の変調技術を有向に使用する通信方法に対する必要性が存在する。この技術は、多重経路の動作環境の変化に実質的に耐えることが好ましい。

発明の開示

これらの必要性およびその他は、ここで開示する通信技術を開けることによって、実質的に満足される。本発明に関して、元の情報信号は、複数の並列処理された情報信号のサンプルのシーケンスに変換される。これらのシーケ

パイロットを使用して時間および周波数に対する補間を行い、情報信号のチャンネルの補償を行うことができる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明による送信機で使用するのに適した信号処理装置を示すブロック図である。

第2図は、16QAMのシンボル配置を示す。

第3図は、シンボルの配置を示し、ここでこれらのシンボルの1つは所定のパイロット基準シンボルを構成する。

第4A図ないし第4G図は、本発明による種々の実施例に設けられる一連のシンボルのシーケンスを表すタイミング図である。

第4H図は、本発明に従ってデータ・シンボルを補間する際にパイロット・シンボルがどのように用いられるかをグラフに示したものである。

第5図は、本発明にしたがって、各々が所定のシンボルと結合されている複数のサンプルのシーケンスを表すスペクトル図である。

第6A図ないし第6B図は、本発明にしたがって信号を受信する場合に使用するのに適した受信機を示すブロック図である。

第7図は、本発明にしたがって決定された補間したチャンネル利得を示すグラフである。

スの少なくとも1つが次に少なくとも1つの所定のサンプルを有する基準シーケンスと結合され、このサンプルは時間領域パイロット基準として機能し、受信機はこの時間領域パイロット基準を使用して元の情報信号に対応する信号を有効に復元する。

本発明の実施例では、最初の情報信号はシリアルなデータの流れであることが可能であり、変換段階はその予め選択したシリアル部分で動作する。

本発明の実施例では、この変換段階は、更に元の情報信号によって構成されるビットのグループに対応するマルチビット・シンボルに変換する段階を有する。他の実施例では、処理された情報信号のサンプルのシーケンスは、所定の複数のこれらのシンボルによって構成される。

本発明の実施例では、結合段階は、(時間領域のパイロット基準)を表す所定のサンプルを少なくとも2つのサンプルのシーケンスと結合する段階を有する。他の実施例では、全てのシーケンスは、この方法でパイロット・トーン基準と結合される。

更に他の実施例では、時間領域のパイロットは、1つのグループのサブチャンネルの全てではないが幾つかに設けることができる。パイロットを有さないサブチャンネルでチャンネルの補償を行うには、設定した時間領域のパイロットを使用してそのサブチャンネルのパイロットを推定することができる。そこで、基本的には、時々送られるパ

第8図は、本発明に従って決定されたプレセクタ・フィルタの位相と周波数応答特性とを示すグラフである。

発明を実施する最良の形態

本発明にしたがって送信するための信号を発生する信号処理装置を第1図に参照番号100で示す。説明および理解の便宜のためにブロック図のフォーマットで示しているが、本発明は種々の実施例で実行することが可能であることを理解しなければならない。特に、モトローラ社のDSP56000またはDSP96000のファミリーから入手可能であるようなデジタル信号処理装置は、以下で説明する機能を実行するために容易にプログラムすることが可能である。また、16#QAMの用途で以下で説明するがここで行う教示は、また他の変調法にも同様に使用することができる。

処理装置(102)は最初の情報信号(101)を受信する。この特定の実施例ではこの情報信号は毎秒53、2キロビットの有効ボー・レートで有するシリアル・ビットの流れを構成する。このビットの流れは、例えば、真のデータ、デジタル化された音声、またはその他の適当な信号を表すことができる。本発明の別の実施例は、元のアナログ情報信号(101)を包含する。元のアナログ情報信号(例えば音声情報)は、QAMシンボルへの変換に先立

ち、デジタル形式に変換される。

処理装置(102)は、シリアルな16ビットの元の情報信号のグループを4個の16QAMの複合信号点(シンボル)に変換するように機能する。例えば、第2図は、1個の16QAMの複合信号のシンボルの配置(200)を示す。この配置に於ける各シンボルは4個のシリアル・ビットの異なる組み合わせを表す。例えば、これらのシンボル(201)の最初のものはビット「0001」を表す。一方、第2のシンボル(202)はビット「0100」を表すが、これら全ては十分理解されている従来技術の方法によるものである。

16個の元の情報ビットを各々直列に受信する場合、処理装置(102)は、上で説明したように、適当な代表的マルチビットのシンボルを4つの信号経路(103~106)の各々に並列に出力する。各信号経路(103~106)内に位置するパイロット挿入装置(107~110)は、1個の所定のシンボルを挿入し、続いて本発明による通信方法の実施例にしたがって処理装置(102)から7個の情報シンボルを直列に受信する。例えば、第3図に示す配置(200)を参照すると、参照番号301で示すシンボルは、一例として、パイロット挿入装置(107~110)によって挿入された所定のシンボルとして機能する(この配置内の他のシンボルを使用することも勿論可能である。適当な用途では、この配置内に存在しない任意の

信号点を使用することもまた可能である。更に、この方法では特定のシンボルを使用してパイロット基準を設けるが、このことは、この同じシンボルがこのシンボルの流れの中の他のシンボルの位置でマルチビット・シンボルとして機能することができないことを意味するのではない。好適な実施例は事実所定のシンボルがこの二重の機能を果たすことを可能にする。最後に、全てのパイロット・シンボルは同一であるかまたは規則的で均一な時間間隔の隔っていることが必要であるが、これらは所定の方法で選択されることが必要であるに過ぎない。）

これらのパイロット挿入装置（107～110）から結果として得られる出力はシンボルの流れ（この実施例ではシンボルの速度は毎秒3.8キロシンボルである）によって構成され、これは一般的に第4A図に参照番号400で示す。図示のようにパイロット基準を構成する所定のシンボル（402）は各7個のデータ・シンボル（401）に続いて逐次現れる。このシンボルの流れは複合信号を形成し、この複合信号は7個のデータ・シンボル毎に1個のパイロット基準シンボルを有している。これらの複合信号はパルス整形フィルタ（116～119）に加えられ、これらのフィルタによって適当に整形されて送信される。

その後、各複合信号は、ミキサ（121～124）を用いて、 $\cos(2\pi f_c t)$ 、 $\sin(2\pi f_c t)$ の形の適当なオフセットまたは注入信号（126～129）と混合され、オフセット・シン

ボルの流れを生成する。ここで j は-1の平方根であり、 t は時間であり、 f_c は k 番目の複合信号に対応するオフセット周波数によって構成される。周波数のオフセット値を除いて、上記のパラメータの全ては注入信号（126～129）の各々と同じである。この実施例では、第1の注入信号（126）は-6.27 kHzのオフセット周波数値を有している。第2の注入信号（127）は-2.09 kHzのオフセット周波数値を有している。2.09 kHzは第3の注入信号（128）に対するオフセット周波数によって構成され、6.27 kHzは第4の注入信号（129）のオフセット周波数によって構成される。

離れてオフセットされた複合信号はその後結合され（131）て、変調信号を形成する。この複合変調信号の実際の部分と虚の部分は分離され（132、133）、直交アップコンバータ（134）に加えられ、これに続いてこの信号が増幅され（135）、送信のためのアンテナ（136）に加えられるが、後者は周知の従来技術の方法によって行われる。

その結果得られる整形され、周波数をオフセットされ且つ結合された16 QAMのシンボルのシーケンスは、一般的に第5図で参照番号500で表される。このスペクトル図で一般的に示されているように、シンボル情報（501）には4個の有効サブチャンネルが存在し、各々のサブチャンネルは上で述べたオフセット周波数に相関して他のサブ

チャンネルからオフセットされている。この実施例では、各サブチャンネルのシンボルは、またその中に挿入されている時間領域のパイロット基準シーケンス（参照番号502で図示する）を有している（この4個の16 QAMのパケットの各16 QAMのサブチャンネルのシンボルが挿入された時間領域パイロット基準を有する必要はない。例えば、第4B図に示すように、QAM信号の内の1個のみがパイロット基準を有し、受信の間に補間技術を使用して残りの16 QAMのサブチャンネルを復元する場合に使用するために推定パイロット基準を得てもよい。更に、他の方法として、第4C図に示すように、種々のサブチャンネルに対するパイロット・シーケンスを相互に対して時間的に互い違いに配置し、全てのサブチャンネルのシンボルを復元する場合に使用するように推定したパイロット基準の時間と周波数に対する補間を可能にしてもよい。

前述されるフィルタ補間法を、他のパイロット・シーケンスにも同様に適用することができる。例えば、第4D図は、時間的に互い違いに配置された特性と時間的に一致する特性の両方を有するパイロット・シーケンスを示す。特に、時間402、403、406に於いては、サブチャンネル1およびサブチャンネル2上のパイロット・シンボルは互いに時間的に一致しているが、サブチャンネル3およびサブチャンネル4はパイロット・シンボルを持たない。対照的に、時間405、407、409に於いては、サブ

チャンネル3および4は時間的に一致しているパイロット・シンボルを持つが、サブチャンネル1および2は、パイロット・シンボルを持たない。第4D図では、チャンネル1および2のパイロット・シンボルのシーケンスの発生と、チャンネル3および4のパイロットのシーケンスの発生とは、相互に排他的であると考えられる。好適な実施例に於いては、パイロット・シンボルは $\{1 \& 2\}$ 、 $\{3 \& 4\}$ 、 $\{1 \& 3\}$ などの相互に排他的なサブチャンネルのサブセット上にパイロット・シンボルが挿入され、それぞれのサブセットの要素は互いに排他的である。

第4E図は、サブチャンネル、パイロット発生、他のグループ分けまたは配置を示す。第1サブセットのチャンネル、すなわち1および3は、時間411に於いてチャンネル1および3上でパイロットを有する。第2サブセットのサブチャンネル、すなわちサブチャンネル1および2は時間413に於いてサブチャンネル1、2上でパイロットを有する。第3サブセットのチャンネル、すなわちチャンネル3は、時間415に於いてパイロットされるただ1つのサブチャンネル（4）を示し、時間417には第1サブセットのチャンネル1および3にパイロットがある。（第4E図に示されるパイロットの発生は、不規則であることに留意されたい。他の実施例は勿論、このようなサブチャンネルに規則的なパイロットを入れることもできる。）

本発明の別の実施例では、第4F図に示されるように、

時間421, 423に於いて4個全てのサブチャンネル上に時間的に一致したパイロット・シンボルを有することもある。いくつかの時間的に一致したパイロットを持つことは、位相／振幅修正演算を行うための優れた点として作用するが、これについては後述する。

第4G図は、情報を持ったQAMシンボルと、結合されたパイロット・シーケンスとの別の流れを示すが、これは、例えば、複数スロットのデータ・フレームを有する時分割多重(TDM)システムに採用することができる。このようなシステムは一般的に、ユーザが割り当てられたスロットに関してのみ、そして受信機が割り当てられたスロットに関してのみ復調される場合など(例えばバッテリ電力を節約するために)にパイロット・シンボルを使用可能とする。パイロットの使用可能性に関するこのような制限は、パイロット補間フィルタの設計に重要な意義を持つ。特に、一定の数のサンプル点(例えばタイム・スロット毎に一定の数のパイロット)を有する補間法を使用する場合は、これらのサンプル点が補間されるデータ・シンボルとどこで相関するかにより、適切に重みをつけることが必要になる。規則的に発生するパイロット・シンボル(例えばサブチャンネル2および4上に示されるような)は、タイム・スロット全体で均一な補間誤差を維持するためにはあまり適していないことを留意されたい。対照的に、不規則な間隔のパイロット・シンボル(例えばサブチャンネル1および3

上に示されるような)は、適切な重み係数または係数をつけると、補間誤差をタイム・スロット全体で実質的に均一にすることができる(すなわち、初期の時間431, 433, 437と、最後の時間441, 445, 447との補間値が、タイム・スロットの中心(439)のものと同様に実質的に同じくらい正確になる。)さらに、これらの係数はメモリに記憶して、サブチャンネルおよびデータ・シンボルの位置に従って指標をつけることができる。これについては後述する。

従って、本発明は、生来不規則なものだけでなく規則的なパイロット・シンボルのシーケンスにも対応する。さらに、後述されるように、サブチャンネルのサブセットを用いて、サブセットが他のサブセットと相互に排他的であろうとなかろうと、強化されたパイロット・チャンネル利得のサンプルの修正を行うことができる。所定のパイロット・シンボルの位置(発生時間)が各サブチャンネルの受信機に於いて既知であることは、特に重要である。この情報により、チャンネルの利得(搬送信号を小さくおよび回転させる複合体で、送信チャンネルにより信号の位相および(または)振幅変動を含む)が、時間および(または)周波数に関して補間され、その特定のサブチャンネルに関して必要な場合は受信機により補償されて、目的の情報を復元する。これを行うと、必要なパイロットの総数(すなわち、パイロットのオーバーヘッド)を増加させずに有効に

パイロット・レートを増大させることができる。重要なのは、周波数が相互からオフセットされるような方法で複数のQAM信号が実質的に同時に供給され、ここでこれらのQAM信号の少なくとも1つが時間領域パイロット基準を有していることである。

上述した信号を復元する場合に使用するのに適した受信機を第6A図(600)で説明する。例えば、アンテナ(601)、プレセクタ(602)および直交位相のゲウコンバータ(603)によって行われるように送信した信号を適当に受信した後、実質的にゼロ周波数に中心のある複合信号は、最初の16QAMの信号を復元する目的のため、サブチャンネル受信機(604A~604D)のバンクに加えられる。

サブチャンネルの受信機の動作を第6B図に更に示す。所望のサブチャンネルの中心をほぼゼロ周波数にするため、(すなわち、送信機に導入される周波数のオフセットを除去するために)なお4つの並列サブチャンネルによって構成される複合信号を $\theta^{(1)}, \theta^{(2)}, \theta^{(3)}, \theta^{(4)}$ の形をした適当な注入信号と混合する。

受信機のパルス整形フィルタ(607)は、この混合された信号を受信し、受信した信号を適当に整形し、他のサブチャンネルの信号からノイズを濾波して単一のサブチャンネルの信号を発生する。次に、シンボル・サンプラ(608)によって個々のシンボルをサンプリングし、2つの

処理経路(609および610)の両方に加える。第1の信号処理経路(609)はパイロット・サンプラ(611)を有し、このパイロット・サンプラによってパイロット・シンボルがデータおよびパイロット・シンボルによって構成される複合シンボルのシーケンスから選択される。パイロット・サンプルは次に最初の送信されたパイロット・シンボルの逆数(613)によって乗じられ(612)、(これは予め決められているために受信機で分かっている)、パイロットをサンプリングする場合に対応するチャンネルの利得の推定値を得る。

パイロット補間フィルタ(614)は次にこの復元したパイロット・シーケンスを処理し、データ・シンボルに割り込みを行う場合にチャンネルの利得の推定値を得る。

パイロット補間フィルタ(614)は、一次元、すなわち第4A図および第4B図に示されたように時間領域だけのパイロットであるか、二次元、すなわち第4C図ないし第4G図に示されるように時間と周波数の両方に関して可変するパイロットである。一次元であろうと二次元であろうと、補間フィルタ(614)の動作は第4H図および以下の等式を考慮することによりさらによく理解されよう。以下の式は、サブチャンネル m 上の j 番目のデータ・シンボルに関する補間チャンネル利得の推定値 y_j 、 m を示す：

$$(1) \quad y_{U,m} = \sum_{k \in K_{U,m}} \left(\sum_{l \in L} (w_{(k,l),m}) (p_{(k,l)}) \right)$$

ただし：

$W(i, j, k)$ = サブチャンネル k の時間 i に於けるパイロット・シンボルを用いるサブチャンネル m の時間 j に於けるデータ・シンボルに関する補間重み係数。

$P(i, k)$ = サブチャンネル k の時間 i に於けるパイロット・シンボルに関する修正されたパイロット・チャンネルの利得のサンプル。

$K(j, m)$ = サブチャンネル m 上の時間 j に於けるデータ・シンボルの補間に用いられるサブチャンネルの所定のサブセット。

$I_k = k$ により示されるサブチャンネルに関して使用可能な修正されたパイロット・チャンネルの利得のサンプルの所定のサブセット。

式 (1) は、サブチャンネル受信機 (604A ~ 604D) のそれぞれで実行されるが、第6B図の簡単なブロック図に受信機の1つを図示する。例えば、サブチャンネル2上の時間461に於けるデータ・シンボルに関する補間が第4H図にグラフとして示されている。このシンボルは時間 (サブチャンネル2上の3番目と4番目のパイロットを用いて) と、周波数 (隣接するサブチャンネル1から2番目と3番目のパイロットを用いて) とに関して補間されるものとする。上記の式に従って、修正されたパイロット・チャンネルの利得のサンプル値 ($p_{i,j,k}$) のそれぞれは、適切な重み係数 ($w(i, j, k)$) を用いて重みをつけられ (453 ~ 456)、各サブチャンネルに関して合計

される (457, 458)。次に、適切である場合には、これらの信号はサブチャンネル全体を通じてそれぞれ合計され (459)、データ・シンボルの検出 (461) に用いられる補間チャンネルの利得の推定値を生成する。

上記の実施例は、異なるサブチャンネルから得られた生のパイロット・シンボル間の位相と振幅との差を考慮に入っていない。このような差は、少なくとも部分的には、プレセクタ・フィルタ (602, 第6A図に図示) の位相対周波数応答 (phase-versus-frequency response) により起こる。すなわち、(二次元) 補間に用いられるパイロットは異なる周波数を有するサブチャンネルから必然的に獲得されるために、この周波数差の効果を除去しなければ、生のパイロット・データを用いることはできない。つまり、他のサブチャンネル (すなわち「オフチャンネル」) から得られた生のパイロット・シンボルの位相および (または) 振幅値は、データ・シンボルが補間されるサブチャンネル (すなわち「オンチャンネル」) に対応するように修正しなければならない。受信機の直波により起こる位相の回転を示すために、第8図に、特定のプレセクタ・フィルタに関する位相と周波数の応答曲線801を示す。周波数 f_1 (803) に於いては、フィルタは θ_1 の位相回転を起こす (809)。同様に、周波数 f_2 (805) に於いて、フィルタは θ_2 の位相回転を起こす (807)。フィルタの位相対周波数応答は、実質的に線形に示される

が、2以上の高次の多項式により記述することもできる。

好適な実施例に於いては、オフチャンネル・パイロット・チャンネルの利得のサンプルの位相および (または) 振幅修正係数が計算され、生のパイロット・チャンネルの利得のサンプル (第6B図の $p'_{i,j,k}$) に適用され、修正されたパイロット・チャンネルの利得のサンプル ($p_{i,j,k}$) が得られる。(次に、修正されたパイロット・チャンネルの利得のサンプルに、第4H図に示されるように重み係数 ($w(i, j, k)$) が乗じられる。) これらの複素修正係数は、時間が一致するパイロット・サンプルの対に関して計算され、これがオンチャンネル・データ・シンボルの補間に用いられる。数学的には、サブチャンネル m およびサブチャンネル k 上の生のパイロット・チャンネルの利得のサンプルは、次のようなベクトルの形で表すことができる:

$$(2) \quad p'_{i,j,m} = a_{i,j,m} e^{j(\phi_{i,j,m} + \theta_{i,j,m})}$$

および

$$(3) \quad p'_{i,j,k} = a_{i,j,k} e^{j(\phi_{i,j,k} + \theta_{i,j,k})} = a_{i,j,k} e^{j(\phi_{i,j,m} + \theta_{i,j,m} + \Delta\phi_{i,j,k,m})}$$

式 (2) および (3) は、サブチャンネル m, k でそれぞれ送信される生のパイロット・チャンネルの利得のサンプルの位相値と振幅値とをそれぞれ表す。これらの生のパイロット・ベクトルを用いて、サブチャンネル m 上で特定のデータ・シンボルを補間することができるが、このときサ

ブチャンネル k は、「オフチャンネル」と見なされる。オンチャンネル・パイロットとオフチャンネル・パイロットとの間の位相差を決定するためには、オンチャンネル・パイロット・ベクトルとオフチャンネル・パイロット・ベクトルの複素共役行列との積を以下のように計算する:

$$(4) \quad a = p'_{i,j,m} \cdot p'^*_{i,j,k} = a_{i,j,m} a_{i,j,k}^* e^{j(\phi_{i,j,m} - \phi_{i,j,k} - \theta_{i,j,k} + \theta_{i,j,m})} = a_{i,j,m} a_{i,j,k}^* e^{-j(\Delta\phi_{i,j,k,m})}$$

2つのベクトルの位相差は、 $\arg |a|$ すなわち ϕ により与えられる。好適な実施例に於いては、サブチャンネルの各対の位相修正係数は、1つ以上の対の時間的に一致している生のパイロット・チャンネルの利得のサンプルに関する中間結果 a を計算し、これらの中間結果を合計して「平均」値を得ることにより導かれる。その結果得られる位相修正係数の精度は、この加算に多くの時間的に一致する対が含まれるほど高くなる。

同様に、振幅比 (単位の無い実数量 b) は以下のように計算することができる:

$$b = |p'_{i,j,m}| / |p'_{i,j,k}| = a_{i,j,m} / a_{i,j,k}$$

これによりサブチャンネル m の補間計算に於いてサブチャンネル k からのパイロットを用いることを許す複素修正係数 $c_{i,j,k,m}$ は、以下の式で与えられる:

$$c_{i,j,k,m} = b^* e^{j(\Delta\phi_{i,j,k,m})} = a_{i,j,m}^* / a_{i,j,k} e^{j(\Delta\phi_{i,j,k,m})}$$

好適な実施例では、各サブチャンネルの対について独自の

修正係数が求められる。この計算は、例えば全てのサブチャンネル・パイロットが、第4図の時間421、423のように、互いに時間的に一致するときなどに行われる。修正されたパイロット・チャンネル利得サンプル $p_{1,i}$ は以下の式で与えられる：

$$p_{1,i} = c_{3,n} \cdot p'_{1,i}$$

チャンネルの位相と振幅の歪みの補償および最初のデータ・シンボルの復元は次のように行う。第2処理経路(610)に設けられた遅延装置(615)は推定したチャンネル利得を対応するデータ・シンボルと時間的に整合させる機能を果たす。遅延されたデータ・シンボルは推定チャンネル利得の共役複素数(618)によって乗じられる(617)。この動作によってチャンネルの位相が補正されるが、その結果シンボルはチャンネルの振幅の平方によって縮小される。これは、名目しきい値情報と複合チャンネル利得の推定値の平方をそれ自身使用しているしきい値調整乗算器(621)からの適切な入力を有する判定ブロック(619)で判定される(622)。

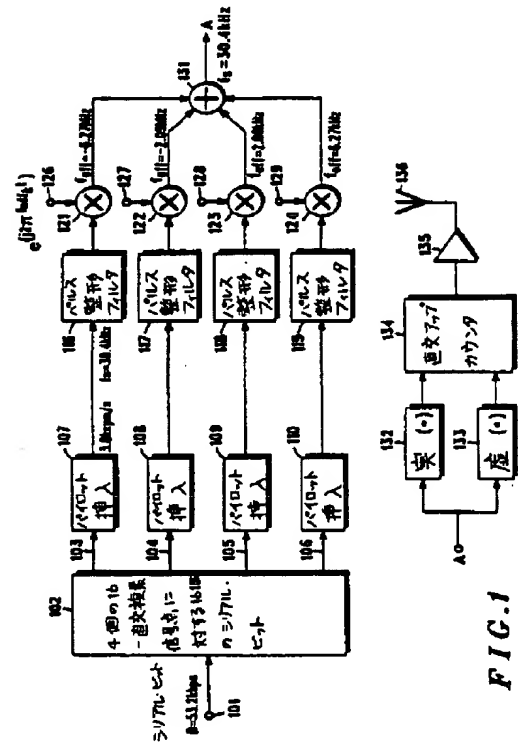
受信したシンボルは、例えば、位相の回転および(または)送受信の困難に起因する振幅の変動によって劣化する可能性がある。しかし、位相および(または)振幅の不一致および(または)パイロット補間フィルタから集めることのできる影響に関する情報を使用することにより、ミキサからの出力としてのシンボルを正しく位相補償するこ

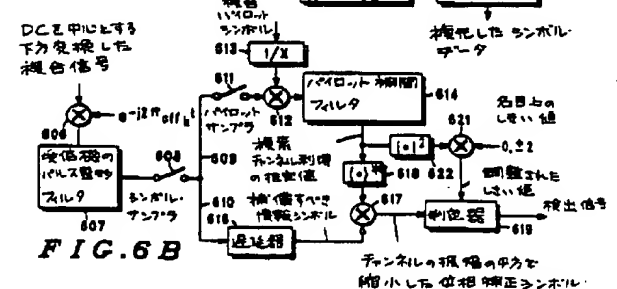
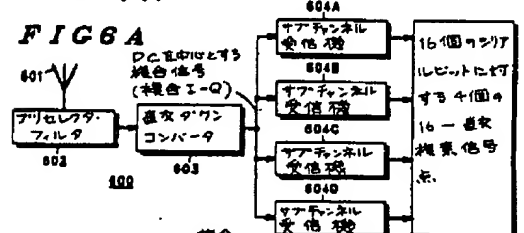
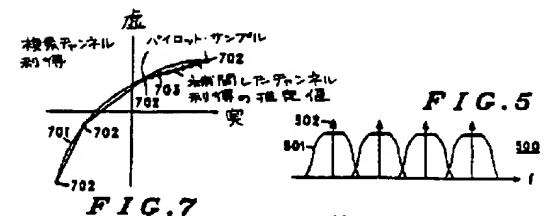
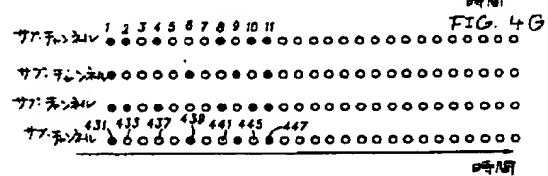
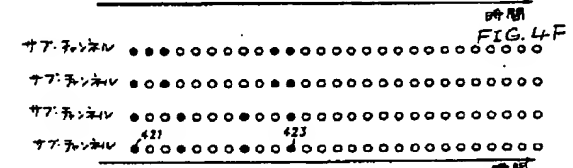
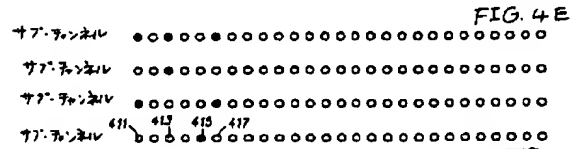
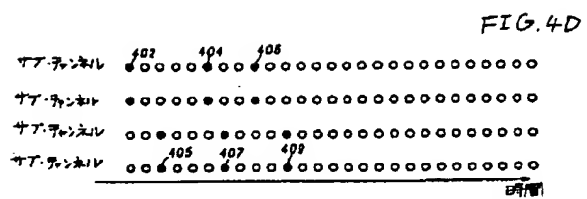
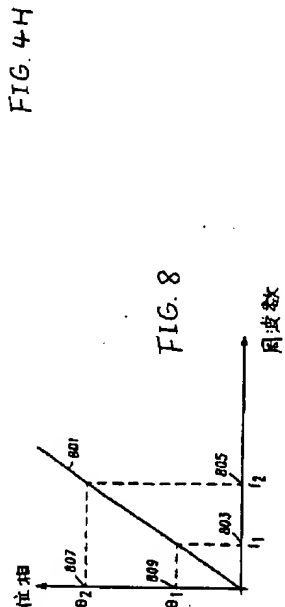
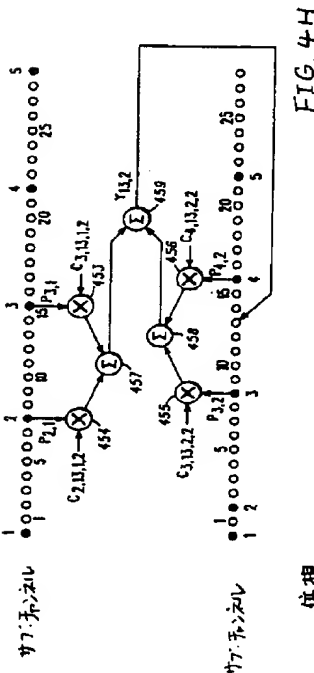
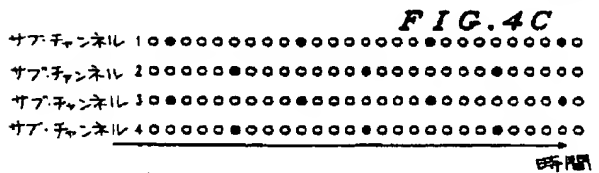
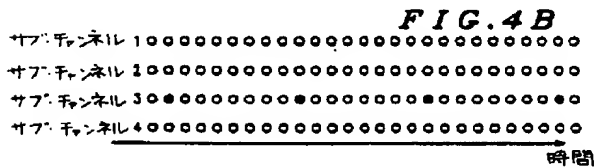
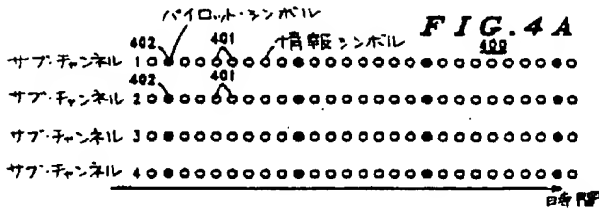
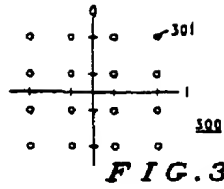
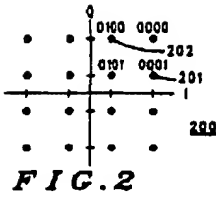
とができる。このようにして位相補償され、かつパイロット・フィルタによってまた行われているように適切に調整された利得しきい値を与えられているので、いずれのシンボルが受信されたかについて判定を行うことが可能であり、検出されたシンボルは更に適切に処理を行うために転送される。この様な処理は一般的に、例えば、異なるサブチャンネルの受信機から検出されたシンボルを結合する段階、およびシリアル・フォーマットへの変換を含む。

第7図を参照して、パイロット補間フィルタ(608)の機能を更に詳細に説明することができる。送信経路全体に対する複合チャンネルの利得は、一般的に参照番号701で表すことができる。パイロット・サンプルは、参照番号702で示す種々の時刻におけるチャンネル利得に関する情報を与える。このサンプル情報に基づき補間されたチャンネル利得の推定値(703)を得ることができ、このチャンネル利得の推定値は上で説明したようにデータ・サンプルを復元する場合に使用するのに適している。

搬送波上で相互に並列に送るべき独立した情報信号の送受信をサポートするため、この同じ方法を勿論使用することができる。基本的には、この実施例によれば、上述した種々のサブチャンネルは他のサブチャンネルから独立している情報シンボルを各々搬送することが可能であるが、ここで時間領域パイロット・シンボル(複数)は時間(および、上述したように、もし希望すれば、周波数)に対して

補間されてチャンネルの状態を推定し、これにより種々のサブチャンネルからの情報シンボルの適切な復元を維持する。





国際調査報告		International application No. PCT/JP83/00708												
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPCO8 : H04L 65/12, H04L 23/49 US CL : J7529 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
B. FIELDS SEARCHED International classification (classification system referred to) (symbol(s)) U.S. : J7529-40 J7529-16.3; J7529-19.4 J7529-22 J7529-24 J7529-26 J7529-28 J7529-30 J7529-32 J7529-34 J7529-36 J7529-38 J7529-40 J7529-42 J7529-44 J7529-46 J7529-48 J7529-50 J7529-52 J7529-54 J7529-56 J7529-58 J7529-60 J7529-62 J7529-64 J7529-66 J7529-68 J7529-70 J7529-72 J7529-74 J7529-76 J7529-78 J7529-80 J7529-82 J7529-84 J7529-86 J7529-88 J7529-90 J7529-92 J7529-94 J7529-96 J7529-98 J7529-100 Documents searched prior than international classification in the abstract that such documents are included in the fields searched Electronic data base searched during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Plus Signal, Time Domain, Transmitter Receiver, QAM or Quadrature Amplitude Modulation.														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Character of document, with indication, where appropriate, of the relevant paragraph</th> <th>Reference to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>U.S.A. 3,350,003 (L.R. Hilsen) 22 December 1970, See figs. 2 and 6.</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>U.S.A. 3,341,776 (M.L. Doels et al.) 12 September 1967, See figures 2 and 5.</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>U.S.A. 4,881,245 (Walker et al.) 14 November 1989, See figure 1.</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Character of document, with indication, where appropriate, of the relevant paragraph	Reference to claim No.	X	U.S.A. 3,350,003 (L.R. Hilsen) 22 December 1970, See figs. 2 and 6.	1-10	A	U.S.A. 3,341,776 (M.L. Doels et al.) 12 September 1967, See figures 2 and 5.	1-10	A	U.S.A. 4,881,245 (Walker et al.) 14 November 1989, See figure 1.	1-10
Category*	Character of document, with indication, where appropriate, of the relevant paragraph	Reference to claim No.												
X	U.S.A. 3,350,003 (L.R. Hilsen) 22 December 1970, See figs. 2 and 6.	1-10												
A	U.S.A. 3,341,776 (M.L. Doels et al.) 12 September 1967, See figures 2 and 5.	1-10												
A	U.S.A. 4,881,245 (Walker et al.) 14 November 1989, See figure 1.	1-10												
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family document.														
* "A" - Document of the prior art, published or not, which is not a patent document, but which is a document of the prior art. "X" - Document of the prior art, published or not, which is a patent document, but which is not a document of the prior art. "A" - Document of the prior art, published or not, which is a patent document, but which is a document of the prior art. "I" - Document of the prior art, published or not, which is a patent document, but which is a document of the prior art. "P" - Document of the prior art, published or not, which is a patent document, but which is a document of the prior art. "T" - Document of the prior art, published or not, which is a patent document, but which is a document of the prior art.														
Date of the actual completion of the international search		Date of filing of the international application												
30 OCTOBER 1992		DEC 1992												
Name and mailing address of the ISA/ Examiner of the PCT Washington, D.C. 20541		Authorised officer T. BOCURE Toshiba, Inc. (770) 370-4778												
Priority No. NOT APPLICABLE														
Form PCT/ISA/210 (second sheet) July 1992														

フロントページの続き

(72)発明者 ソロモン、ジェームス・ディー
 アメリカ合衆国イリノイ州バラティン、ウ
 エスト・ブランドン・コート・ユニット・
 エア185